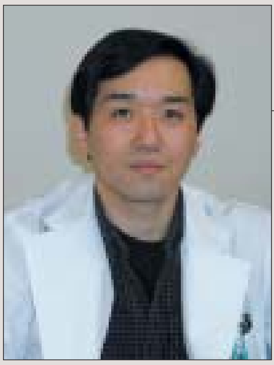


安全な消化管バルーン拡張術

国立がんセンター東病院 消化管内科医長
武藤 学 先生

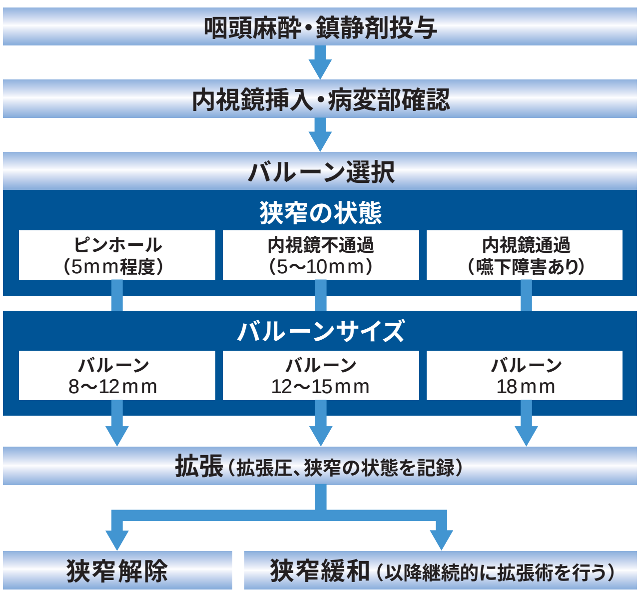
最先端の癌の研究と診療を行う国立がんセンター東病院では、年間1,000例にも及ぶ消化管拡張術を行っています。その豊富なご経験をもとに、同院消化管内科医長 武藤 学先生に、安全な食道バルーン拡張術について、臨床上の留意点と手技のポイントをお伺いしました。

■ 食道バルーン拡張術の留意点

消化管拡張術の第一の目的は、食事が摂れない患者さんを食べられるようにすることです。そのためには、まず狭窄の原因が何かを見極めて目的を明確にし、それを基にバルーンサイズや拡張の回数など、きちんとした治療戦略を立てる必要があります。

当院では、バルーン拡張術を全例内視鏡と透視下で行っています。拡張術では**①バルーン径**、**②狭窄部の径**、**③バルーン拡張圧と拡張径**、**④患者さんの痛みの有無**、の4点に注意します。これらを透視画像、内視鏡像、拡張圧モニターにて複数の医師が確認しながら手技を進めています。そうすることで、穿孔や出血といった合併症を最小限に抑えることができます。

■ 手技の手順



実際の手技では、まずキシロカインスプレーで咽頭麻酔を行い、その間に鎮痛剤を投与します。その後、内視鏡を狭窄部近位端までもっていきます。その際、必ず内視鏡像にて狭窄の状態を確認します。狭窄がピンホールであれば、穿孔のリスクを考慮し8mm〜12mmの細径バルーンで拡張します。狭窄の径はある程度開いているが内視鏡が通過しない場合は12mm〜15mmのバルーンを選択します。内視鏡が通過しても患者さんに嚥下障害がある場合には18mmのバルーンで拡張します。頚部食道や幽門などの屈曲した部位では、バルーン長が長いと狭窄部にうまく留置できないため、短いバルーンもしくはワイヤーガイドタイプを選択します。バルーンを拡張し、内視鏡像・透視像にて狭窄解除が確認されたら、バルーンをデフレーションします。当院では、手技前に必ず患者さんに鈴を持ってもらい、拡張時に痛みがある場合は、声が出せないために鈴にて合図をしてもらいます。再発するような強固な狭窄の場合は、同じ圧で2〜3回拡張します。各症例にかかる手技の所要時間は5分から10分程度です。

安全で有効なバルーン拡張術を施行する上で最も重要な点は、バルーンを何気圧で拡張したのか、またバルーンのノッチが残る場合は透視下でその形状も確認し、記録として残すことです。それにより、前回の拡張圧より上げる場合は注意を払うなど、次回の拡張術がより安全に行えます。

■ 拡張術の目的と狭窄の種類

バルーン拡張術には大別して狭窄解除と予防的拡張の2つの目的があります。

拡張の目的	狭窄のタイプ	狭窄の硬さ	拡張術施行期間（拡張回数）
狭窄解除	術後の膜様狭窄	軟	短期（1〜2回）
	術後の瘢痕狭窄	硬	長期
	放射線化学療法後の狭窄	硬	長期（増悪の有無　要確認）
予防的拡張	全周性EMR後	—	週1〜2回程度
	PDT後	—	週1〜2回程度

狭窄解除目的で最も一般的なのは、術後の膜様狭窄です。単純に縫合による反応収縮で狭窄している場合は、1〜2回の拡張で十分です。しかし、吻合不全を起こして炎症となった強固な瘢痕狭窄の場合、かなり長期的な拡張術が必要となってきます。

嚥下障害を訴える食道がんの患者さんが放射線化学療法を受けた場合、約80%が食事を摂れるようになります。しかし、もともと内視鏡が通らなかった患者さんは約40%の割合で狭窄が起こりますが、癌が消失して瘢痕で狭窄している場合は、長い場合で半年〜1年も拡張術を行っていく必要があります。癌が残って狭窄している場合は、次のサルベージの手術を行ったり、手術不能消化管狭窄の場合には胃瘻を作って抗がん剤を続けて投与する場合もあります。

次に予防的拡張についてですが、消化器内視鏡ガイドラインでは切除箇所が2/3周を超え3/4周になると狭窄を合併する確立が高くなるのでEMRは適当でないとされています。3/4周以上の粘膜欠損が起きる場合にはほぼ必発で狭窄を起こしますが、当院では癌の深達度が浅く、かつ患者さんが希望する場合は、全周であってもEMRを施行しています。その場合はEMR施術後翌週から予防的な拡張を行い、潰瘍が瘢痕化するまで段階的にバルーンサイズを上げながら継続的な拡張術を行います。拡張術の回数と期間は全周性粘膜欠損範囲の長径が目安となり、長さ3cm以下であれば5回程度の拡張で期間としては1〜2ヶ月程度、3cmを超える場合は半年以上の長期にわたり拡張術を行う必要があります。

最後に、食道がんの放射線化学療法後の残存病変に対してPDT（Photo Dynamic Therapy）を行うことがありますが、その場合も術後広範囲な潰瘍ができます。ですから、その際も予防的な拡張術を行い、EMRの術後と同様に継続的な拡張術を行っています。以上のように一口に狭窄と言っても様々な状態がありますので、拡張術を施行する時にはその状態に合ったバルーンを選択することがとても重要だと思います。

国立がんセンター東病院

〒277-8577 千葉県柏市柏の葉6-5-1



病院長：吉田茂昭

病床数：425床
（一般 400床、緩和ケア 25床）

内視鏡検査数（2004年度）
- 上部消化管　6024例
- 下部消化管　2102例

内視鏡的処置数（2004年度）
- バルーン拡張術 949例
- PEG：98例　・ERCP：30例
- EUS：246例　・EMR ：305例

『消化管バルーン拡張術の原理』

（Hepato-Gastroenterol.39(1992)486-489 / J.E. Abele/Boston Scientific Corporationより要約）

狭窄した消化管の内腔を広げることは治療手技の中で最も簡単な部類に入るが、同時に病変が多彩なため複雑でもある。この拡張の物理的特性を理解するためには、拡張施行の基本的な目標を再確認することが重要である。それは、右図の（a）〜（e）である。

(a) 患者の不快感および侵襲を最小限に抑え、狭窄部に到達する
(b) 患者の不快感および侵襲を最小限に抑え、狭窄部を通過する
(c) 副作用（破裂、裂傷、穿孔）を最小限に抑えながら狭窄部を広げ、生理学的機能（食物の通過）を取り戻す
(d) 効果を長続きさせる
(e) 上記の手技を迅速に施行し、高い費用対効果を得る

これらの目標を達成するために用いる器具のデザインや手技には若干のバリエーションがあり、このバリエーションが合併症や有効性に大きな影響を及ぼす。ここでは、食道拡張用器具の中でも頻繁に使用されている拡張用バルーンに焦点をあてる。

食道拡張に初めてバルーンが使用されたのは1800年初期からで、以来、拡張用バルーンは低コンプライアンス、薄型、"オーバー・ザ・ワイヤー"型、内視鏡内通過型、マルチ径バルーンなど多彩な進化を遂げてきた。それらのバルーン拡張術の理論的な利点は以下のようにまとめることができる。

① 病変部に対して軸方向の力はほとんどあるいは全くない

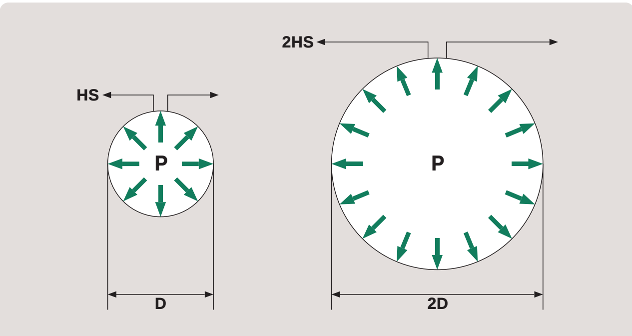
② カテーテルが細いため患者の不快感は少なく、内視鏡下に観察しながら操作できる

③ バルーンを拡張させると狭窄部に順応していくため、狭窄病変の全長・全周にわたり拡張力が同時に作用する

④ 拡張中のバルーン圧を記録することにより、病変部の伸展弾性を測定できる。これにより拡張術の最適な治療指針を得ることができる。

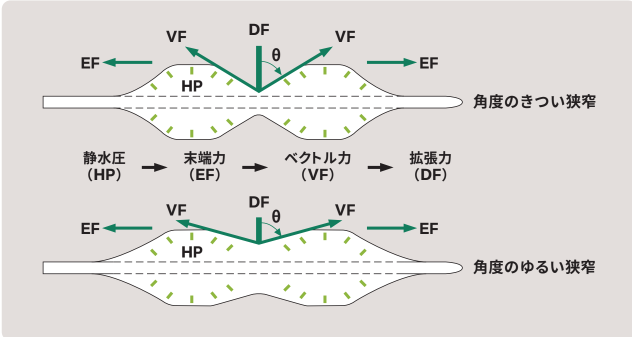
しかし、バルーンカテーテルの拡張力のメカニズムは多彩であり、それはバルーンカテーテル操作時に最も誤解されやすい事項の一つでもある。

バルーン内にかかる内圧は、バルーンの膜を外側に押すだけでなく膜を全周的に緊張させる力にもなる。このようにバルーン全周囲にかかる力は"フープ応力"として表現される。バルーンの径が大きいと圧がかかる内面の表面積も大きくなる。そして、力＝圧×面積であるため、圧が一定の場合に径の大きいバルーンでは径の小さいバルーンに比べフープ応力は大きくなる。この関係式はラプラースの定理としてHS＝P×D（HS＝フープ応力、P＝バルーンの圧、D＝バルーンの内径）と表せる（図1参照）。



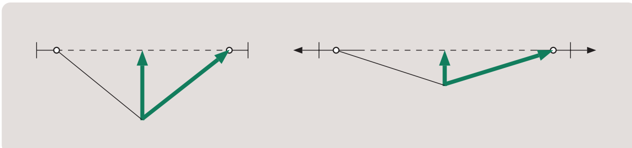
【図1】ラプラースの定理

バルーンが拡張されるに従って膜のたわみがとれていき、バルーンの円周が放射状に拡張される際に機械的なベクトル力が発生する。しぼんでいたバルーンは内圧の上昇とともに円周方向に張り出し、それにつれて力のベクトルが発生する。このベクトルは狭窄部を外側に向けて、つまり放射方向に押し広げる。この力はバルーンが"砂時計"状になったときに最も強くなり、バルーンのくびれがなくなるにつれて消失していく（図2）。



【図2】

例えば、一本のたるんだロープの真ん中に重しを吊るし、ロープの両端を引っ張って重しを持ち上げようとするのに似ている。ロープの沈み込みが一番深いときベクトルは垂直に近くなり、引き上げ距離が最長で引き上げる力は最大となる（図3）。


【図3】拡張力と物干し網効果

拡張バルーンの表面はバルーンに圧がかかるにつれて放射方向に同時に緊張してゆくため、ロープを束ねたものと見なすことができる。狭窄部をバルーン拡張させようとする術者にとってこの理論は以下の点で重要な意味を持っている。

（1）バルーンの小さな角度の緩いくぼみを無くそうとしてより高い圧をかけても拡張力はほとんど生まれず、バルーンが破損しやすくなるだけである。なぜなら放射方向への力のベクトルはくびれが無くなるにつれて減少するからである。

（2）同じ狭窄に同じ圧をかける場合、バルーンの径が大きい方がより強いフープ力を得られる。なぜならバルーン径の大きい方が"砂時計"の形になりやすく、放射方向への力のベクトルが強くなるからである。

（3）フープ応力はバルーン内だけでなく狭窄内にも発生する。つまり太い消化管では拡張に必要な圧も破裂に要する圧も低い。狭窄部にかかる力の総計は狭窄部の抵抗にも左右される。柔らかい部分と固い部分と

が混在する不均一な病変部では、弾力性のある病変部と同様、バルーンは最も抵抗の弱い箇所を押すことになる。このため内腔がねじれたり、弾力性のある部分が狭窄部内に混在すると拡張術が不成功に終わったりする。このようなケースでは長いバルーンを使用することでバルーンが外に"押し広げる"ための"プラットホーム"が広がり、狭窄部により強い力がかかる。

病変部の狭窄が短く狭窄の角度が浅い場合は、拡張がしばしば困難となる。なぜなら力のかかる領域が狭く、トータルの拡張力が少なくなるためである。バルーン内圧が同じ場合、バルーンはきつい狭窄部ではゆるい狭窄部より強い力を発生する。なぜならバルーンの円周のたるみが取れるにつれ放射方向の力のベクトルが小さくなるからである。

では、実際の臨床において拡張器の最適サイズはどれくらいなのか？病変部の前後いずれかの非狭窄部の径と同じになるように拡張させることが論理的であるが、持続的な効果を得るためには過度に拡張させる必要があるかもしれない。ただし、大きなサイズの拡張バルーンを高度な狭窄に使用すれば穿孔、出血等のリスクが高まることも念頭に置かなければならない。実際、狭窄部が複数存在する重度の病変や、悪性腫瘍等の抗腫瘍療法後、消化管再建術後の瘢痕性狭窄などの多彩な狭窄部様態に安全で確実かつ有効的なバルーン拡張術を施行するには、異なるサイズの拡張用バルーンを段階的に使用することが理論的には望ましい。

C.R.E.™ / C.R.E.™ WG

G.I.Dilatation Catheter

操作性･安全性･確実性に優れ、高い信頼性を誇る『C.R.E.™』。
1本で3段階の拡張を実現した、Multi-Stageバルーンカテーテルです。

Boston Scientific
Delivering what's next.™



C.R.E.™ [Esophageal]（食道用）

カタログ番号	バルーン拡張径（mm）	圧力（ATM）	カテーテル全長（cm）	カテーテル外径（F）	バルーン有効長（cm）	適合鉗子口径（mm）
5833	6-7-8	3-6-10	180	6	8	2.8
5834	8-9-10	3-5.5-9	180	6	8	2.8
5835	10-11-12	3-5-8	180	6	8	2.8
5836	12-13.5-15	3-4.5-8	180	6	8	2.8
5837	15-16.5-18	3-4.5-7	180	6	8	2.8
5838	18-19-20	3-4.5-6	180	6	8	2.8

販売名：CRE消化器用バルーンカテーテル
医療機器承認番号：20900BZY00936000

C.R.E.™ WG [Esophageal/Pyloric]（食道用、幽門用）

カタログ番号	バルーン拡張径（mm）	圧力（ATM）	カテーテル全長（cm）	カテーテル外径（F）	バルーン有効長（cm）	適合鉗子口径（mm）
5839	6-7-8	3-6-10	180	7.5	5.5	2.8
5840	8-9-10	3-5.5-9	180	7.5	5.5	2.8
5841	10-11-12	3-5-8	180	7.5	5.5	2.8
5842	12-13.5-15	3-4.5-8	180	7.5	5.5	2.8
5843	15-16.5-18	3-4.5-7	180	7.5	5.5	*2.8
5844	18-19-20	3-4.5-6	180	7.5	5.5	*2.8

＊ペンタックスおよびFTSのスコープをご使用の場合には
3.2mm以上の鉗子口径が必要となります。

販売名：CRE消化器用バルーンカテーテル
医療機器承認番号：20900BZY00936000

C.R.E.™ WG [Colonic]（下部用）

カタログ番号	バルーン拡張径（mm）	圧力（ATM）	カテーテル全長（cm）	カテーテル外径（F）	バルーン有効長（cm）	適合鉗子口径（mm）
5845	6-7-8	3-6-10	240	7.5	5.5	*2.8
5846	8-9-10	3-5.5-9	240	7.5	5.5	*2.8
5847	10-11-12	3-5-8	240	7.5	5.5	*2.8
5848	12-13.5-15	3-4.5-8	240	7.5	5.5	*2.8
5849	15-16.5-18	3-4.5-7	240	7.5	5.5	*2.8
5850	18-19-20	3-4.5-6	240	7.5	5.5	*2.8

＊ペンタックスおよびFTSのスコープをご使用の場合には
3.2mm以上の鉗子口径が必要となります。

販売名：CRE消化器用バルーンカテーテル
医療機器承認番号：20900BZY00936000

製品の詳細に関しては添付文書／取扱説明書でご確認いただくか、弊社営業担当へご確認ください。

ボストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社
本社　東京都新宿区西新宿1-14-11 日廣ビル
www.bostonscientific.jp

Boston Scientific
Delivering what's next.™

製品の詳細に関しては添付文書／取扱説明書でご確認いただくか、弊社営業担当へご確認ください。
© 2006 Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.
C.R.E.™, C.R.E.™ WG は Boston Scientific Corporation のトレードマークです。

ボストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社
本社　東京都新宿区西新宿1-14-11 日廣ビル
www.bostonscientific.jp

0603•32001•5／PSST20060322-0272